

## ELECTROSTATIC CHUCK

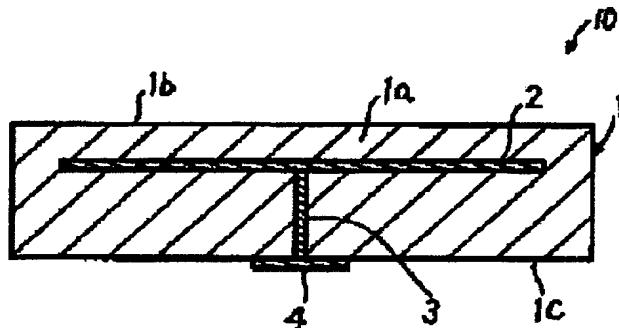
**Patent number:** JP2000332090  
**Publication date:** 2000-11-30  
**Inventor:** UCHIYAMA ICHIRO; TERAO KOICHI  
**Applicant:** SUMITOMO METAL IND  
**Classification:**  
- **International:** B23Q3/15; H01L21/68; H02N13/00; B23Q3/15; H01L21/67; H02N13/00; (IPC1-7): H01L21/68; B23Q3/15; H02N13/00  
- **European:**  
**Application number:** JP19990137065 19990518  
**Priority number(s):** JP19990137065 19990518

[Report a data error here](#)

### Abstract of JP2000332090

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an electrostatic chuck which provides a comparatively high chucking force with a comparatively low applied voltage, has desirable radiation properties and can be manufactured at a comparatively low cost.

**SOLUTION:** This electrostatic chuck comprises a plate 1, having a surface 1b for chucking a body by the electrostatic force and an inner electrode 2 for applying an electric field to the plate 1. The plate 1 is made of a composite material, contg. a metal dispersed in a sintered compact of electrically insulative ceramic material and a metal having a melting point higher than the sintering temp. of the ceramic material. The ceramic material may use aluminum nitride, and the metal can use W or Mo.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-332090

(P2000-332090A)

(43)公開日 平成12年11月30日(2000.11.30)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

H 01 L 21/68

B 23 Q 3/15

H 02 N 13/00

識別記号

F I

H 01 L 21/68

テ-マコ-ト(参考)

R 3 C 0 1 6

B 23 Q 3/15

D 5 F 0 3 1

H 02 N 13/00

D

審査請求 未請求 請求項の数 4 OL (全 8 頁)

(21)出願番号

特願平11-137065

(22)出願日

平成11年5月18日(1999.5.18)

(71)出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72)発明者 内山 一郎

兵庫県尼崎市扶桑町1番8号 住友金属工業株式会社エレクトロニクス技術研究所内

(72)発明者 寺尾 公一

兵庫県尼崎市扶桑町1番8号 住友金属工業株式会社エレクトロニクス技術研究所内

(74)代理人 100064746

弁理士 深見 久郎

F ターム(参考) 3C016 GA10

5F031 CA02 HA02 HA03 HA16 MA28

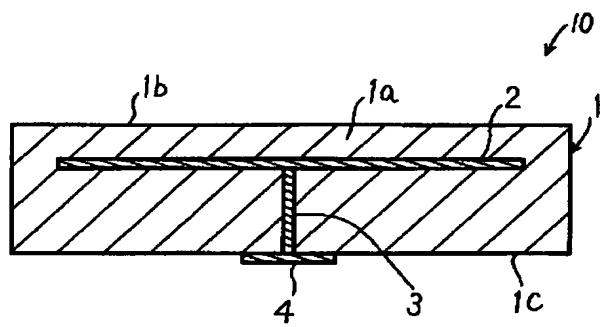
MA29

(54)【発明の名称】 静電チャックおよびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 比較的低い印加電圧で比較的高い吸着力を示し、好ましい放熱性を有し、さらに比較的低いコストで製造できる静電チャックを提供する。

【解決手段】 静電チャックは、物体を静電気力により吸着するための面1bを有する板状体1と、板状体1に電界を印加するための内部電極2とを備える。板状体1は、電気絶縁性セラミックス材料の焼結体中に該セラミックス材料を焼結できる温度より高い融点を有する金属が分散された複合材料からなる。複合材料のためのセラミックス材料として窒化アルミニウムを用いることができ、金属としてタンゲステンまたはモリブデンを用いることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体を静電気力により吸着するための面を有する部材と、前記部材に電界を印加するための電極とを備える静電チャックであって、前記部材が、電気絶縁性セラミックス材料の焼結体中に前記セラミックス材料を焼結できる温度より高い融点を有する金属が分散された複合材料からなることを特徴とする、静電チャック。

【請求項2】 前記複合材料における前記金属の含有量が、15体積%以下であることを特徴とする、請求項1に記載の静電チャック。

【請求項3】 前記金属が、モリブデンおよびタンゲステンよりなる群から選ばれた少なくとも一つであることを特徴とする、請求項1または2に記載の静電チャック。

【請求項4】 電気絶縁性セラミックス材料の粉末と、前記セラミックス材料を焼結できる温度より高い融点を有する金属、および前記金属の化合物であって前記セラミックス材料を焼結できる条件下で前記金属に転換することができる材料よりなる群から選ばれた少なくとも一つの粉末とを主成分とする成形体を調製する工程と、前記成形体を焼成することにより、前記セラミックスの焼結体中に前記金属が分散された複合材料からなる部材を得る工程とを備えることを特徴とする、静電チャックの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、静電気力により材料を吸着保持する静電チャックおよびその製造方法に関するもので、特に、半導体製造装置、スパッタリング装置、蒸着装置等においてシリコンウェーハ等を保持するために用いられる静電チャックおよびその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 静電チャックは、たとえば図3に示すように、基材101に支持される電極102上に誘電体層101aを設け、誘電体層101aに覆われた電極102と誘電体層101a上に置かれた材料103との間に電圧を印加し、両者の間に発生した静電気力によって材料103を吸着保持する装置である。

【0003】 特開平5-36819号公報は、窒化珪素、窒化アルミニウムなどの窒化物を主成分とするセラミック板状体と、その中に設けられる内部電極とを備える静電チャックを開示する。このセラミック板状体の表面に物体を吸着するための面が形成される。同公報によれば、漏れ電流を小さくし、機械的強度を向上するため、窒化物セラミックスが用いられている。

【0004】 特開平7-226431号公報は、静電チャックの吸着面を形成する絶縁層を、少なくとも室温～600℃における体積固有抵抗が $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{13}$  Ω-cmの窒化アルミニウムで構成することを開示す

る。この絶縁層は、PVD、CVD等の蒸着法により形成される。同公報は、窒化アルミニウムの蒸着膜を用いることにより、吸着力の温度依存性を小さくし、室温から600℃の広い温度範囲において安定した吸着力が得られることを開示する。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ウェーハのエッチング処理等において処理面の均質性や処理の再現性を向上させるため、ウェーハの均熱性に寄与できる材料を静電チャックに用いることが望ましい。また、ウェーハの処理工程で、ウェーハ全体にわたって、所定の比較的低い温度が顕著な温度分布なく保持されることが望まれる。

【0006】 特開平7-226431号公報に開示されるような、CVD等の蒸着により形成された窒化アルミニウムは、一般的に熱伝導性が低い。したがって、蒸着された窒化アルミニウムを絶縁層として有する静電チャックをウェーハのエッチング処理等に用いた場合、処理面の均一性や処理の再現性が低くなる恐れがある。また、窒化アルミニウムの蒸着膜は、生産性が悪い上に、製造コストが嵩むという問題を有している。

【0007】 特開平5-36819号公報に開示されるような窒化物の焼結体は、比較的高い熱伝導性を有し、均熱および放熱に寄与する。しかし、同公報によれば、500Vの印加電圧において、AlN焼結体を用いた静電チャックは、 $30\text{ g}/\text{cm}^2$ 程度の吸着力を示し、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>焼結体を用いた静電チャックは、 $15\text{ g}/\text{cm}^2$ 程度の吸着力を示している。これらの吸着力は、それほど高いといえない。同公報にも示されるように、一般的に、印加電圧を上げることにより吸着力を高めることができる。しかし、印加電圧は、静電チャックの寿命を決める大きな要因となっているので、できる限り低い電圧で、必要な高い吸着力が得られることが望ましい。この点において、先行技術は必ずしも十分とはいえない。

【0008】 静電チャックを構成するセラミックス中に炭素を添加することにより、体積固有抵抗値を調整し、吸着力を向上させることができる。しかし、炭素が添加されたセラミックスを製造する場合、焼結工程において炭素が揮発し、得られる焼結体の内部に気孔が残する。これは、密度の低下に伴う絶縁耐圧の劣化、誘電率の低下、量産時の特性のばらつきなどの原因となる。AlNの焼結法では、一般に、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>やCaO等の焼結助剤と、AlN原料中のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>成分(不純物酸素成分)との反応により生成する液相を利用する。しかし、焼結前の前駆体中に比較的多量の炭素(約0.5%以上)が存在すると、液相生成に必要であるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が還元されるため、組成ずれが生じ、液相量が不足して焼結阻害が起こる。このことも、密度の低下に伴う絶縁耐圧の劣化、誘電率の低下、量産時の特性のばらつきなどの原因となる。

【0009】 本発明の目的は、上述した問題点を解決

し、比較的低い印加電圧で比較的高い吸着力を示し、好ましい放熱性を有し、さらに比較的低いコストで製造できる静電チャックを提供することである。

【0010】また、本発明の目的は、そのような静電チャックを製造する方法を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明による静電チャックは、物体を静電気力により吸着するための面を有する部材と、該部材に電界を印加するための電極とを備える静電チャックであって、該部材が、電気絶縁性セラミックス材料の焼結体中に該セラミックス材料を焼結できる温度より高い融点を有する金属が分散された複合材料からなることを特徴とする。

【0012】本発明による静電チャックにおいて、複合材料における金属の含有量は、15体積%以下であることが好ましい。また、複合材料中の金属は、モリブデンおよびタンゲステンよりなる群から選ばれた少なくとも一つであることが好ましい。

【0013】本発明による静電チャックの製造方法は、電気絶縁性セラミックス材料の粉末と、該セラミックス材料を焼結できる温度より高い融点を有する金属、および該金属の化合物であって該セラミックス材料を焼結できる条件下で該金属に転換することができる材料よりなる群から選ばれた少なくとも一つの粉末とを主成分とする成形体を調製する工程と、該成形体を焼成することにより、セラミックスの焼結体中に金属が分散された複合材料からなる部材を得る工程とを備える。

【0014】

【発明の実施の形態】物体に対する静電チャックの吸着力を高めるには、電極と吸着すべき物体との間に存在する絶縁体の誘電率を高めることが有効である。一方、一般に、該絶縁体の体積抵抗が $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の場合、絶縁体表面と吸着すべき物体との空隙に高電界が生じるジョンソン・ラーベック効果が支配的になり、吸着力が飛躍的に高まる。本発明者らは、比較的高い誘電率を有し、しかも比較的高い吸着力をもたらすことのできる適当な体積抵抗を示す材料を見出すため研究を行なった。種々のセラミックス材料を調製し、その電気特性を評価および解析した結果、窒化アルミニウム、酸化アルミニウムなどのセラミックス中に、タンゲステン、モリブデン等の融点の高い金属の粒子、好ましくはたとえば $5 \mu\text{m}$ 以下の微細な粒子、が分散した組織を有する複合材料では、該粒子が見掛け上誘電率の非常に高い双極子として振る舞うため、該複合材料全体の実効体積抵抗は $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下となり、しかも該複合材料は、比較的高い誘電率を有することが見出された。また、そのような複合材料上に発生する静電吸着力は、比較的高いものであった。これらの発見に基づき本発明が成された。

【0015】本発明による静電チャックにおいて、吸着面を形成する部材は、電気絶縁性セラミックス材料の焼

結体中に該セラミックス材料を焼結できる温度より高い融点を有する金属が分散された複合材料からなる。該部材の形状は、通常、板状、シート状、フィルム状等である。静電気力を発生させるための電圧が印加される電極は、該部材の内部に設けてよいし、該部材上に設けてよい。

【0016】複合材料において、電気絶縁性セラミックス材料は一般にマトリックス相を構成し、金属は一般に分散相を構成する。複合材料は、通常、電気絶縁性セラミックス材料の焼結体と、その中に分散された金属からなる。複合材料は、固相焼結組織を有してもよいし、液相焼結組織を有してもよいし、その他の焼結組織を有してもよい。複合材料中の金属は、粒子、または、セラミックス材料間組織として存在することができる。

【0017】複合材料におけるセラミックス材料の焼結体は、窒化アルミニウム、窒化珪素、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ジルコニア、酸化珪素、酸化イットリウム、酸化イッテルビウム、酸化セリウム、窒化硼素などを主成分とする焼結体とすることができる。焼結体は、必要に応じて焼結助剤などの添加物を含有してもよい。窒化アルミニウムを主成分とする焼結体は、熱伝導性に優れるため、より好ましい材料である。

【0018】複合材料における金属は、セラミックス材料を焼結できる温度よりも高い融点を有するものである。金属は、セラミックスと混合され、同時に焼結されるため、当該金属は、通常、セラミックスを焼結させることのできる $1500^{\circ}\text{C}$ 以上の温度域で溶融しないことが好ましい。すなわち、 $1500^{\circ}\text{C}$ を超える融点を有することが好ましい。そのような金属は、高融点金属 (refractory metals) から選ぶことができる。高融点金属は、一般に、V a族のV、Nb、Ta、およびV I a族のCr、Mo、Wの遷移金属を含む。また、高融点金属は、I V a族のTi、Zr、Hfの高温相を含み得る。タンゲステン(W)、モリブデン(Mo)またはそれらの組合せは、より好ましい金属材料である。

【0019】複合材料中の金属の合計含有量は、15体積%以下が好ましく、その含有量の範囲は、1～15体積%が好ましく、4～15体積%がより好ましい。金属の含有量が15体積%を超えると、分散させたタンゲステンやモリブデン等の金属粒子が接触する確率が高くなり、電気絶縁性が失われたり、複合材料を緻密に焼結することが困難になることがある。複合材料中で、金属が粒子形状で存在する場合、金属の平均粒径は、 $5 \mu\text{m}$ 以下が好ましく、0.1～ $5 \mu\text{m}$ の範囲が好ましく、0.1～ $2 \mu\text{m}$ の範囲がより好ましい。

【0020】本発明において複合材料は、室温、または静電チャックの通常の使用温度において誘電体または絶縁体である。複合材料は、室温または $25^{\circ}\text{C}$ において $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の体積抵抗を有することが好ましく、

10<sup>9</sup>～10<sup>12</sup> Ω・cmの範囲の体積抵抗を有することが好ましく、10<sup>9</sup>～10<sup>10</sup> Ω・cmの範囲の体積抵抗を有することがより好ましい。

【0021】後に示すように、本発明による静電チャックは、500Vの印加電圧に対し、50 g f/cm<sup>2</sup>を超える高い吸着力を示すことができる。同時に、WやMo等の金属は、熱伝導性に優れるため、窒化アルミニウムなどの比較的高い熱伝導性を有するセラミックス材料と複合化した場合、高い熱伝導性を有し、しかも均熱性および放熱性に極めて優れた複合材料が得られる。このような複合材料は、均熱特性および放熱特性に特に優れた静電チャックをもたらす。また、酸化アルミニウムなどの比較的熱伝導性の低いセラミックス材料と、金属とを複合化する場合、複合材料は、セラミックス材料より高い熱伝導性をもたらし、均熱特性や放熱特性の改善をもたらす。

【0022】さらに、セラミックス材料と複合化されるW、Mo等の金属は、高温においても蒸気圧が低く、焼結中に揮発することができない。したがって、本発明によれば、体積抵抗が低下した緻密な焼結体を得ることができる。金属は、焼結後も導電体として残留し、セラミックス材料の焼結体中に分散しているため、焼結体の実効誘電率は向上し、静電チャックの吸着力は高められる。金属材料は、AIN等のセラミック主成分や焼結助剤と反応しないため、焼結阻害の原因にならない。

【0023】本発明において、電極の材質は、タンゲステン、モリブデン、銅、銀、パラジウム、金、白金およびそれらの合金からなる群より選ぶことが好ましいが、これらに限定されるものではない。タンゲステンまたはモリブデンは、適当な導電率を有しかつ高い融点を有するため、本発明において好ましい材料である。複合材料からなる部材の中または上に設けられる電極を、タンゲステン、モリブデン等の複合材料中に含有される金属と同じ金属で形成する場合、該部材と電極との間の親和性が向上する。この場合、焼結中にセラミックスから電極が剥離したり、静電チャックを使用する際の熱サイクルによって割れが生じたりすることがさらに抑制される。また電極を、タンゲステン、モリブデン等の高融点金属またはそれらの組合せからなるマトリックス中にセラミックス粒子が分散された組織を有する導電性複合材料から構成してもよい。

【0024】図1は、本発明による静電チャックの一具体例を示す。静電チャック10は、複合材料からなる板状体1を本体として有し、板状体1の内部には、所定の大きさの内部電極2が設けられている。内部電極2上には、板状体1の一部であり所定の厚みを有する誘電体層1aが存在する。誘電体層1aの表面1bは、ウェーハ等の材料を保持するための吸着面として機能することができる。板状体1の内部には、必要に応じて、内部電極2に接続される配線部3が設けられる。配線部3は、内

部電極2から表面1bに対向する裏面1cまで延びている。必要に応じて、裏面1c上には、配線部3と接続される端子4が設けられる。図1に示すような構造物は、アルミニウムなどからなるベース部に固定することができる。

【0025】本発明において必要に応じて板状体の内部に設けられる配線部は、タンゲステン、モリブデン、銅、銀、パラジウム、金、白金およびそれらの合金からなる群より選ばれる材料から好ましく形成されるが、これらに限定されるものではない。配線部は、内部電極と同一または同種の材料からなってもよいし、異なる材料からなってもよい。一方、配線部は、上述したような導電性複合材料から構成してもよい。板状体の裏面に必要に応じて設けられる端子は、内部電極または配線部と同一または同種の材料からなってもよいし、異なる材料からなってもよい。端子は、通常、板状体の焼結の後に形成されるため、銅(Cu)、銀(Ag)などの低融点金属から構成されてもよい。板状体との密着性を向上させるため、端子は、ガラス成分等のセラミックス成分を含有してもよい。

【0026】本発明による静電チャックは、材料粉末の混合、混合物の成形、および成形体の焼成を経て製造することができる。電極は、焼成の前に成形体の上または中に形成してもよいし、焼成によって得られる焼結体上に形成してもよい。

【0027】混合工程において、電気絶縁性セラミックス材料の粉末と、該セラミックス材料を焼結できる温度より高い融点を有する金属、および該金属の化合物であって該セラミックス材料を焼結できる条件下で該金属に転換することができる材料よりなる群から選ばれた少なくとも一つの粉末とが混合される。金属には、上述したようなタンゲステン、モリブデンなどの高融点金属を用いることができる。また、焼結条件下で金属に転換できる金属化合物には、たとえば、酸化タンゲステン、酸化モリブデン等の高融点金属の酸化物、タンゲステン酸、タンゲステン酸カルシウム等のタンゲステン酸塩、モリブデン酸、モリブデン酸カルシウム等のモリブデン酸塩などを用いることができる。原料の安全性の観点から、高融点金属の酸化物は、好ましい材料である。金属または金属化合物の粉末の平均粒径は、5 μm以下が好ましく、0.1～5 μmの範囲が好ましく、0.1～2 μmの範囲がより好ましい。電気絶縁性セラミックス材料には、窒化アルミニウム、窒化珪素、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ジルコニア、酸化珪素、酸化イットリウム、酸化イッタルビウム、酸化セリウム、窒化硼素などのセラミック主成分、および必要に応じて焼結助剤などの焼結体形成に必要な材料が用いられる。セラミック材料の粉末の平均粒径は、0.5～5 μmの範囲が好ましい。混合工程では、必要に応じて、バインダー、溶剤等が粉末に添加される。得られた混合物は、テ

ープ成形、乾式プレス、静水圧プレス等のプレス成形などの所望の方法により成形される。このようにして、セラミックス材料の粉末と、金属または焼結条件下で金属に転換される金属化合物の粉末とを主成分とする成形体が得られる。このような成形体を焼成することにより、上記複合材料からなる部材が得られる。焼成工程は、常圧下または加圧しながら窒素等の不活性雰囲気下、または還元性雰囲気下で行なうことができる。焼結体を得るために加熱温度は、たとえば、1500～2000°Cである。材料に応じて適当な範囲の加熱温度が使用される。配合された金属化合物は、このような焼成条件下において金属に転換される。

【0028】上記成形体の調製工程において、電極層となり得る部分を設けることができる。たとえば、内部電極を得る場合、導電材料を粉末成形体と粉末成形体との間に挟み、プレス成形等により導電材料の層が内部に配置された成形体を得、これを焼成して、内部電極を有する焼結部材を得ることができる。得られた焼結体を研削、研磨等の方法によって所望の形状に加工した後、内部に埋設された電極と電圧印加用端子とを接続し、アルミニウムなどからなるベース部に焼結部材を固定して静電チャックを得ることができる。

【0029】また、上記成形体の調製工程において電極となり得る部分を設けることなく、得られた成形体を焼成し、次いで、得られた焼結体の表面にタングステン、モリブデン、銅、銀、パラジウムなどを主成分とする電極層を形成してもよい。必要に応じて焼き付けを行った後、電極層を挟んで、焼結体に、電極層を形成していない他の焼結体または他のアルミナ焼結体などを接合してもよい。このようにして、内部電極層を有する焼結体の積層体を得ることができる。

【0030】上述した成形体は、グリーンシートまたはグリーンシートの積層体であってもよい。図2に、グリーンシートを用いる本発明による製造方法の一例を示す。まず、図2(a)に示すようなセラミックス粉末を主成分とするグリーンシート31aを与える。グリーンシートは、複数枚用意される。グリーンシートは、たとえばセラミックス粉末、および金属粉末または金属化合物粉末を有機結合剤、溶剤、必要に応じて可塑剤などを混合したスラリーをドクターブレード法に従って薄いシート状にしたものである。セラミックス粉末として上述したものを用いることができる。たとえば、窒化アルミニウム焼結体を生成させるための材料(窒化アルミニウム粉末および焼結助剤)、窒化ケイ素焼結体を生成させるための材料(窒化ケイ素粉末および焼結助剤)、炭化ケイ素焼結体を生成させるための材料(炭化ケイ素粉末および必要な焼結助剤)、アルミナ焼結体を生成させるための材料(アルミナ粉末および必要に応じて焼結助剤)等が好ましく用いられる。窒化アルミニウム焼結体を得たい場合、グリーンシートのセラミックス粉末とし

て、AlN粉末およびCaO、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の焼結助剤の粉末が用いられる。金属粉末または金属化合物粉末も、上述したものを用いることができる。グリーンシートのための結合剤には、ポリビニルブチラール、エチルセルロースなどが用いられる。グリーンシートには、必要に応じてポリアルキレンジコール、フタル酸エステルなどの可塑剤、グリセリン、オレイン酸、オレイン酸エチルなどの解こう剤などが添加される。スラリーを調製するための溶剤には、トルエン、メチルエチルケトンなどが用いられる。セラミックス粉末、結合剤、溶剤などを含むスラリーは、ドクターブレード法によって一定の厚さの層にされ、乾燥工程の後グリーンシートが得られる。グリーンシートの厚みは、たとえば50～500μmとすることができる。

【0031】次に、図2(b)に示されるように、グリーンシート31a上には、タングステン、モリブデン等の導電材料を主成分とする電極材料層32が所定のパターンで形成される。さらに必要に応じてグリーンシート31aには、貫通孔が形成され、貫通孔には配線用材料33aが充填される。電極材料層32と配線用材料33aとは接触している。電極材料層32は、タングステン粉末、モリブデン粉末またはそれらの組合せ等の導電材料、樹脂等の有機結合剤、溶剤等を含むペーストをスクリーン印刷法等によって所定のパターンでグリーンシート31a上に塗布することにより形成することができる。グリーンシート31aの貫通孔に充填される配線用材料33aも、タングステン、モリブデンまたはそれらの組合せ等の導電材料を主成分とする材料とすることができる。そのような材料は、上述したようなペーストとすることができる。配線用材料33aの組成は、電極材料層32の組成と同一であってもよいし、異なっていてもよい。

【0032】次に、図2(c)に示すように、電極材料層32とともに複数枚のグリーンシート31a、31b、31c、31dおよび31eを重ね合わせる。電極材料層32は、グリーンシート31aとグリーンシート31bとの間に挟み込まれる。電極材料層32を覆うためのグリーンシート31bは、電極材料または配線材料を有していない。一方、必要に応じて所望の長さの配線部を得るために、貫通孔が設けられかつその中に配線用材料が充填されたグリーンシートが1枚またはそれ以上積層される。図においては、グリーンシート31aの下に、導電材料33cが充填されたグリーンシート31c、導電材料33dが充填されたグリーンシート31dおよび導電材料33eが充填されたグリーンシート31eが重ねられている。本発明において、重ねられるグリーンシートの枚数は任意であり、グリーンシートの枚数は必要な静電チャックのサイズ等に応じて変えることができる。

【0033】電極材料層32とともに重ね合わされたグ

リーンシートは、加熱下で圧力を印加することにより接着させることができる。このような熱圧着の工程では、グリーンシートに含まれる樹脂等の有機結合剤の粘性を高めることによって、接着効果を得ることができる。このような接着効果を得るため、たとえば75～150℃の温度での加熱が一般に行なわれる。印加される圧力は、たとえば50～150kgf/cm<sup>2</sup>である。

【0034】図2(d)は、熱圧着により得られた積層体を示している。積層体30において、内部には電極材料層32およびそれに接続される配線材料層33が設けられる。

【0035】次に、得られた積層体を焼成する。グリーンシート中のセラミックス粉末について焼結体が得られる温度において焼成が行なわれる。たとえば窒化アルミニウム焼結体を得る場合、1600～1900℃の範囲の温度において焼成が行なわれる。焼成により、積層体全体を焼結させることができ、独立した材料同士の接着部を実質的に有しない一体焼結型の静電チャック構造を得ることができる。このような構造は、吸着面の均一性に優れ、プラズマ雰囲気、高温などの苛酷な環境下で使用できるものである。図2(e)に示すように、金属が分散されたセラミックス焼結体からなる板状体31'の内部には、電極32'およびそれに接続される配線部33'が設けられる。次に、必要に応じて図2(f)に示すように、配線部33'を露出させた部分に、端子34を形成する。端子34は、板状体31'の裏面上に形成される。端子34は、配線部33'と接続されており、端子34に電圧を印加すれば、電極32'に所定の電位をもたらすことができる。端子34は、板状体31'との密着性に優れた適当な材料から形成することができる。端子34は、たとえば金属系ペーストをスクリーン印刷法により所定のパターンで塗布することにより形成することができる。端子34は、電極32'または配線部33'と同様の組成を有してもよいし、銅、銀などの低融点金属を含有してもよい。セラミックスの板状体31'との密着性を向上させるため、端子34にガラス成分を添加してもよい。

#### 【0036】

【実施例】市販の窒化アルミニウム粉末(平均粒径約2μm)に、焼結助剤として炭酸カルシウム粉末4重量%および酸化イットリウム粉末2重量%を添加した後、酸化タングステン粉末(平均粒径約1μm)もしくはタングステン粉末(平均粒径約1μm)、または酸化モリブデン粉末(平均粒径約1μm)もしくはモリブデン粉末(平均粒径約1μm)をさらに添加した。最終的に得られる複合材料中のタングステンまたはモリブデンの量が表1に示すとおりとなるよう、添加量を調整した。さらにバインダとしてポリビニルブチラール、溶剤としてトルエンおよびキシレンを添加し、ボールミル中で混合することによりスラリーを調製した。得られたスラリーか

らドクターブレード法によりグリーンシートを作製した。グリーンシートの厚みは200μmであった。また、同様の方法で、酸化アルミニウム(平均粒径約0.5μm)、および三酸化タングステンまたはタングステンを主成分とするグリーンシートを作製した。

【0037】一方、市販のタングステン粉末とビヒクルとを混合することにより導電ペーストを調製した。次いで、グリーンシートの表面に導電ペーストをスクリーン印刷法により所定のパターンで塗布した。また、グリーンシートに貫通孔を形成し、その中に導電ペーストを印刷法によって充填した。このようにして、内部電極用の導電ペーストを塗布したグリーンシート、貫通孔に導電ペーストを充填したグリーンシートおよび導電ペーストを塗布していないグリーンシートを準備し、図2に示すような工程に従って重ね合わせた。なお、重ね合わせたグリーンシートの枚数は26枚であった。このうち1枚のグリーンシートに内部電極および配線を形成するため導電ペーストを付与し、23枚のグリーンシートに配線を形成するため導電ペーストを付与した。次いで、重ね合わせたものを熱プレスし、一体化した積層体を得た。熱プレスにおいて材料の平均温度は100℃であり、圧力は100kgf/cm<sup>2</sup>であった。

【0038】得られた積層体を窒素雰囲気中1000℃で熱処理してバインダーを除去し、次いで1700℃の温度で焼成し、円板上の焼結体を得た。焼成により、窒化アルミニウム焼結体または酸化アルミニウム焼結体中にタングステンまたはモリブデンが分散された複合材料が得られた。用いた酸化タングステンまたは酸化モリブデンは、焼結工程においてタングステンまたはモリブデンに転換された。次に、焼結体を所定の形状に機械加工した。そして、図2に示すように、焼結体上に市販の銅ペーストをスクリーン印刷法によって塗布し、窒素雰囲気中で熱処理することにより、端子を形成した。端子を有する焼結体をアルミニウム製のベース部に固定して静電チャックを得た。

【0039】比較例としてタングステン材料またはモリブデン材料を混合しないグリーンシートを作製し、上記と同様にして静電チャックを作製した。

【0040】得られた静電チャックの吸着力、ならびに静電チャックを構成する焼結体の体積抵抗、誘電率および熱伝導率を測定した。吸着力は、室温において、真空中、印加電圧500Vで、物体を吸着させて測定した。熱伝導率は、レーザーフラッシュ法により測定した。結果を表1に示す。

【0041】焼結体中にタングステンまたはモリブデンを含む試料番号1～6の静電チャックでは、50g/cm<sup>2</sup>以上の高い吸着力が得られ、また高い熱伝導性が得られた。一方、焼結体中に金属を含まない試料番号7および8の静電チャックでは吸着力が相対的に低かった。焼結体中の金属含量がかなり高い試料番号9～11

では、絶縁性が失われたために吸着機能が損なわれた。

【表1】

【0042】

試料番号	マトリックス主成分	金属含量(vol%)	吸着力(gf/cm <sup>2</sup> )	体積抵抗(Ω·cm)	誘電率	熱伝導率(W/m·K)
1	AlN	W 1.8	50	$1.1 \times 10^{12}$	9.9	103
2	AlN	W 4.1	71	$2.7 \times 10^{11}$	10.3	109
3	AlN	W 6.8	247	$7.2 \times 10^{10}$	13.2	110
4	AlN	W 14.6	1109	$3.1 \times 10^9$	15.7	112
5	AlN	Mo 7.4	314	$5.6 \times 10^{10}$	16.1	105
6	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	W 7.9	342	$4.1 \times 10^{10}$	18.3	24
7	AlN	無し	38	$4 \times 10^{14}$	8.8	105
8	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	無し	41	$4 \times 10^{14}$	9.2	19
9	AlN	W 20.3	—	ショート	—	—
10	AlN	Mo 17.5	—	ショート	—	—
11	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	W 23.0	—	ショート	—	—

【0043】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、体積抵抗が適度に低く、熱伝導率が比較的高い複合材料を用いるため、高い吸着力、ならびに良好な放熱性および均熱性を示す静電チャックを提供する。本発明によれば、このような特性を有する静電チャックを比較的低いコストで製造することができる。また本発明は、高品質で大型の静電チャックを低コストで製造するのに適している。本発明は、たとえば8インチおよび12インチの大型ウェーハを保持する静電チャックの製造に有用である。このような本発明は、半導体製造装置、スパッタリング装置、蒸着装置等においてより有用な静電チャックを提供できる。

20

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による静電チャックの一具体例を模式的に示す断面図である。

【図2】(a)～(f)は本発明による製造方法の一具体例を模式的に示す断面図である。

【図3】静電チャックの機能を説明するための模式図である。

## 【符号の説明】

1、31' 板状体

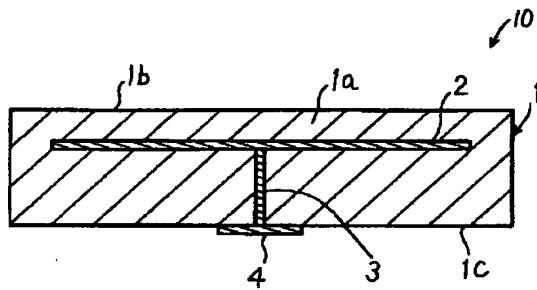
2、32' 電極

3、33' 配線部

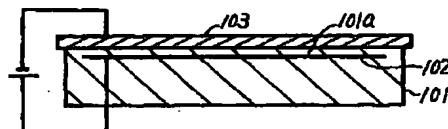
4、34' 端子

30

【図1】



【図3】



【図2】

